

フィルターの除去効率の測定方法(ガス編)

ガスフィルターの粒子除去メカニズム

ガスフィルターにおいて0.01 μm とか0.003 μm などの除去効率の表示をご覧になったことがあるでしょう。液体ろ過では0.1 μm 、0.05 μm で、これと比べると、より小さい除粒子径を表示しているにお気づきでしょうか？その理由は、フィルターの粒子除去のメカニズムがガス流体中では液体中と異なることにあります。そのメカニズムとは以下のものです。

- さえぎり
- 拡散吸着
- 慣性衝突
- 静電吸着
- 重力沈降

このなかでも大きな役割を果たしているのが「さえぎり」と「拡散吸着」です。「さえぎり」とはフィルターの孔よりも大きな粒子はろ材を通り抜けることが出来ず、除去されるというもので、ごく一般的な「ろ過」としてイメージされるものです。ところでみなさんは、ガス流体中のろ過が液体中でのろ過よりも小さい粒子を除去することが出来ると聞いたらどう

と思われるでしょうか？この一見出来なさそうなことが出来るのが「拡散吸着」という現象でガスフィルターの特長的なものです。ガス中の微粒子の動きは必ずしも流れに沿っているのではなく、流れに対して不規則な動きをすることが知られています。これは、ガス分子の熱運動により微粒子がブラウン運動を起こすもので、この現象を拡散といいます。このために微粒子がろ材に接触する確率が高くなります。そして、接触した時に微粒子とろ材との間に分子間力が働き、微粒子はそのまま捕捉されます。また、粒子が小さいほど拡散の影響が強くなるため、この捕捉効果も高くなります。これが「拡散吸着」のメカニズムで微粒子除去を可能としているものです(図1)。

マイクロリスの除去効率

マイクロリスでは除粒子性能(LRV)を基準に除去効率を設定しています。除粒子性能測定方法の評価ラインを、図2に示します。

1. テストフィルターをラインに取り付けます。
2. テストフィルター2次側のバックグラウンドを測定します。
3. アトマイザー(粒子発生器: Aerosol Generator)から粒子を発生させ、テストフィルター2次側の粒子数を測定します。
4. テストフィルター1次側の粒子数を測定します。
5. 3、4で得られた値より、除粒子性能をLRVによって算出します。

LRV (Log Reduction Value) =

$$\log_{10} (1 \text{ 次側粒子数} / 2 \text{ 次側粒子数})$$

ここで使用される試験粒子は、純水中に塩を溶解した溶液を噴霧し、サブミクロンサイズのエアロゾルをクリーンドライエアーによって乾燥した粒子です。その粒子サイズは図3のように、0.050 ~ 0.070 μm の中間サイズが多く分布しています。

先のガスフィルターの粒子除去メカニズムで述べたように、大きい粒子は「さえぎり」効果により、機械的に捕捉され、小さい粒子は「拡散吸着」により捕捉されます。しかし、中間の大きさの粒子は「さえぎり」「拡散吸着」の効果を受け難く、フィルターにとって捕捉しづらい粒子です(図4)。

さらにチャージ・ニュートライザーで粒子の電荷を中和し、フィルターとの電気的吸着を抑えることで、より捕捉され難い粒子をテストに用いています。このように、当社では厳しい条件の下で粒子捕捉性能試験を行っています。この試験での測定例を図5に示します。3種類のろ材のガスフィルターでの試験結果です。縦軸は除粒子性能(LRV)で、値が高いほど性能が良いことを示します。横軸は流量で、値が大きいほど高流量となります。この結果から次のことが分かります。

同じ粒子を使用しても、ろ材の種類によってLRVは異なる。

高流量になると除粒子性能(LRV)が落ちる(図4の3つの流量での除去率の変化もご参照下さい)。

図1 フィルターによるガス中粒子捕捉メカニズム

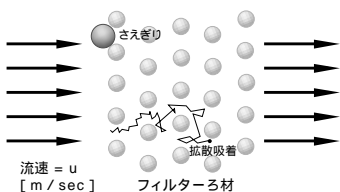
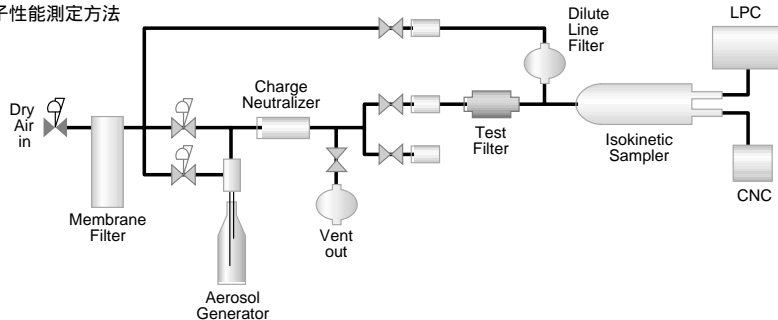


図2 除粒子性能測定方法



マイクロリスではこの粒子捕捉性能試験をもとに、ガスフィルターの除粒子性能(LRV)を「粒子捕捉率(除去率 [%])」でわかりやすく表示しています。LRVはそのまま粒子捕捉率 [%] の桁数となります。例えばLRV 8は99.999999%に、LRV 9は99.9999999%に相当します。このことより粒子捕捉率 [%] の桁数が一つ変わるだけで、フィルターの性能も大きく異なるという事がご理解していただけると思います。また、当社は高流量になると除粒子性能が落ちるということで、フィルターの性能が最も良く発揮される「推奨流量」を表示しています。

図3 粒子分析

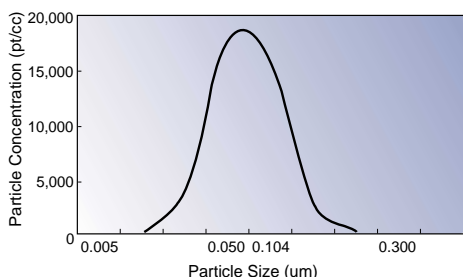


図4 拡散効果とさえぎりによる捕捉

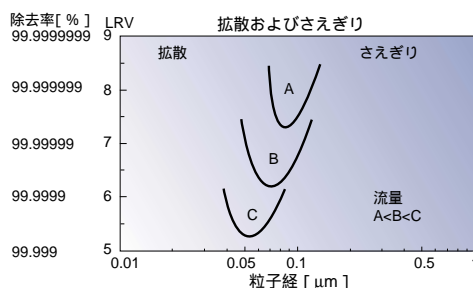
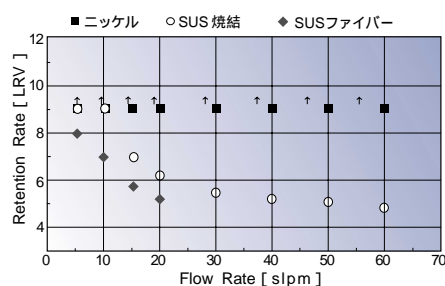


図5 ガスフィルターの除粒子性能



日本マイクロリス株式会社

MIEBF012

東京 / TEL.(03) 5442-9718 (直) FAX.(03) 5442-9738 〒108-0073 東京都港区三田1-4-28 三田国際ビル
大阪 / TEL.(06) 6390-0594 (直) FAX.(06) 6390-3110 〒532-0011 大阪市淀川区西中島6-1-1 新大阪プライムタワー
九州 / TEL.(092) 471-8133 (直) FAX.(092) 471-8134 〒812-0013 福岡市博多区博多駅東1-13-9 住友生命博多駅東ビル
米沢工場 / 〒992-1128 山形県米沢市八幡原2-4736-3 (ISO9001/ISO14001 認定工場)